Ueber

Producte der alkoholischen Gährung

mit specieller Berücksichtigung der

Glycerinbildung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Facultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Victor Thylmann

aus Büdingen.

Darmstadt 1888.

Druck von Chr. Haun in Darmstadt.

Ueber

Producte der alkoholischen Gährung

mit specieller Berücksichtigung der

Glycerinbildung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Facultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Victor Thylmann

aus Büdingen.

Darmstadt 1888.
Druck von Chr. Haun in Darmstadt.

Vorliegende Arbeit wurde im Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, **Herrn Professor Dr. Hilger,** für die mir bei der Anfertigung dieser Arbeit in so liebenswürdiger Weise zu Theil gewordene Unterstützung meinen innigsten Dank auszusprechen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546420_0164

Die Erscheinungen der alkoholischen Gährung sind seit uralter Zeit bekannt. So ist von den alten Egyptern schon eine Art Bier bereitet worden und die Kenntniss des Weines reicht bis in die Mythologie zurück.

Werfen wir einen Blick auf die Ansichten, welche über die Gährungserscheinungen herrschten, so begegnen wir den eigenthümlichsten und sonderbarsten Anschauungen und noch im späteren Mittelalter hielt man Gährung und Fäulniss für vollkommen identische Vorgänge. Blasius Valentinus stellte die Theorie auf, dass die geistige Gährung einen Reinigungsprocess des Alcohols darstellte und dieser sei schon vorher in der unvergohrenen Flüssigkeit vorhanden; er vergleicht den Vorgang mit einem reinigenden Feuer, welches die wahren Eigenschaften des Alcohols erst hervorrief, indem es die verunreinigenden und diese Eigenschaften verdeckenden fremden Beimengungen beseitige. Solche Ansichten erhielten sich lange und erst viel später, nachdem inzwischen von verschiedenen Forschern (Lavoisier, Thénard, Becher) bemerkenswerthe Entdeckungen gemacht waren, wie z. B. von Becher, welcher klar legte, dass nur süsse Flüssigkeiten die geistige Gährung erleiden könnten und dass der Alcohol dabei neu gebildet würde, klärten sich die Anschauungen etwas auf, bis schliesslich die richtige Erklärung in der vitalen Gährungstheorie gefunden wurde.

Die von Gay-Lussac s. Z. aufgestellte Gährungsgleichung:

$$C_6H_{12}O_6 = 2CO_2 + 2C_2H_6O$$

oder vielmehr nach den früher gebräuchlichen Formeln:

$$C_{12}H_{12}O_{12} = 4CO_2 + 2C_4H_6O_2,$$

wonach der Zucker glatt in Kohlensäure und Alcohol zerfällt, blieb lange bestehen. Pasteur war der Erste, welcher im Jahre 1860 evident nachwies, dass bei der normalen Gährung von Zuckerlösungen nicht eine Spaltung des Zuckermoleküls in Alcohol und Kohlensäure allein stattfindet, sondern, dass dabei regelmässig noch einige andere Körper gebildet werden, von denen er zwei genau characterisirte, nämlich Glycerin und Bernsteinsäure. Einige andere Umsetzungsprodukte, deren Bildung von ihm ebenfalls regelmässig beobachtet wurde, sind stets nur in so minimalen Mengen vorhanden, dass sie nicht weiter berücksichtigt wurden. Er war es jedoch auch, welcher zuerst feststellte, dass ein Theil des Zuckers zur Ernährung der Hefe verbraucht wird. Was die Bildung der Essigsäure bei der alkoholischen Gährung betrifft, und ob sie zu den regelmässigen Producten gehört oder nicht, so wurde darüber längere Zeit gestritten, bis durch Beobachtungen von Béchamp und namentlich Duclaux constatirt wurde, dass auch sie immer bei der alcoholischen Gährung zu beobachten ist, allerdings nur in sehr geringer Menge. Die Fuselöle (bestehend aus den höheren Homologen des Alcohols von C_3 bis C_8) treten wohl im praktischen Gährungsgewerbe regelmässig auf, scheinen jedoch auf normale Gährungsproducte keinen Anspruch machen zu können*).

Die Producte der alkoholischen Gährung sind es nun, speciell Alcohol, Glycerin, freie Säure (als Weinsäure oder Essigsäure) verbunden mit den in Fruchtsäften stets

*) Vergl. Dr. A. Mayer: Lehrbuch der Gährungschemie pag. 30 (Anhang zum Lehrbuch der Agriculturchemie) Heidelberg 1886.

vorhandenen Mineralbestandtheilen sowie unvergohrenen Zuckermengen, welche bei der Beurtheilung unserer alcoholischen Getränke, vor allem Wein, die massgebenden Factoren abgeben. Besonders waren es die durch die Gährung des Traubensaftes sich bildenden Alcohol- und Glycerinmengen, beziehungsweise deren gegenseitiges Gewichtsverhältniss, welche speciell bei der Beurtheilung des Weines bisher eine Rolle spielten. Die Erfahrungen, welche in den letzten Jahren jedoch in dieser Richtung bei der Untersuchung der Weine gemacht wurden, liesen Zweifel aufkommen, ob nicht die Glycerinbildung bei dem Verlauf der Gährung durch andere Einflüsse (Temperatur, Zeit der Gährung, Zuckergehalt des Traubensaftes, etc.) beeinflusst würde. Diese Zweifel sind in letzter Zeit schon bestätigt worden durch Untersuchungen von Müller-Turgau *), sowie durch List**), welche beweisen, dass die bisher allgemein festgehaltenen Verhältnisse zwischen Alcohol und Glycerin in fertigen Weinen (als Product der Gährung reinen Traubensaftes) auf 100 Theile Alcohol 7—14,4 Theile Glycerin nicht mehr aufrecht erhalten werden können. Diese für die Beurtheilung der Reinheit und und Güte des Weines wichtige Frage, veranlasste mich zu einer grösseren Versuchsreihe, welche ich auf Veranlassung von Herrn Prof. Hilger durchführte.

Diese Versuchsreihe stellte sich zur Aufgabe, die Mengen der unter den verschiedensten Verhältnissen zu Stande kommenden Gährungsproducte genau zu bestimmen und zwar in der Weise, dass

1) die Gährung bei verschiedenen Temperaturen bei Luftzutritt und Luftabschluss durchgeführt wurde,

---

*) Bericht der kgl. Lehranstalt für Obst- und Weinbau in Geisenheim.

**) Bericht über die 5. Versammlung der freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angew. Chemie. pag. 94.

2) verschiedene Zuckerarten, als Rohrzucker, chem.-reiner, wasserfreier, crystallisirter und amerikanischer Traubenzucker, ferner Laevulose, Maltose und Raffinose der Gährung unterworfen wurden,
3) Gährungen mit und ohne Nährstoffe für die Hefe zur Ausführung gelangten,
4) auf die Dauer der Gährung Werth gelegt wurde und, um einen Einblick in die Bildung der verschiedenen Producte zu erhalten, die Gährung zu verschiedenen Zeiten unterbrochen wurde,
5) die Gährungen sowohl mit einer gut ausgewaschenen, reinen Bierhefe durchgeführt wurden, als auch
6) die Versuche mit einer von der Münchener Brauerei-Versuchsstation bezogenen Normalhefe resp. Reincultur, welche mir durch die Güte des Herrn Director Aubry zur Verfügung stand, in Scene gesetzt wurden.

Der Schwerpunct wurde bei allen Versuchen auf die Glycerinbildung gelegt, dabei aber auch die anderen Gährungsproducte wie Alcohol, freie Säure, Bernsteinsäure, noch unvergohrener Zucker und die Fuselöle, soweit es möglich war, stets in Betracht gezogen.

Die Methoden, nach welchen die einzelnen Gährungsproducte bestimmt wurden, waren folgende:

1) Der noch unvergohrene Zucker wurde mittelst Fehling'scher Lösung volumetrisch im Reischauerschen Sterne bestimmt.
2) Der Alcohol wurde mittelst Pyknometer bei 15° C. bestimmt und zwar, indem von 75 C.C. der vergohrenen Flüssigkeit 50 C.C. abdestillirt wurden.
4) Glycerin. Dieses wurde nach der Methode bestimmt, wie sie von den bayerischen Vertretern der angewandten Chemie festgesetzt worden ist:
   a. bei zuckerarmen Flüssigkeiten: 100 C.C. der vergohrenen Flüssigkeit wurden entgeistet, mit

Kalkmilch versetzt und zur mässigen Trockene eingedampft. Der Rückstand wurde mit 90%igem Alcohol ausgekocht und der Auszug, nachdem er filtrirt, zur Trockene verdunstet. Der nun verbleibende Rückstand wurde in 10 C.C. absolutem Alcohol gelöst und mit 15 C.C. Aether versetzt. Sobald sich die Alcoholaetherlösung geklärt hatte, wurde sie von der an den Glaswänden haftenden Fällung abgegossen und in einem leichten Stöpselglase mit weiter Oeffnung bis zum constanten Gewichtsverlust getrocknet. In letzter Beziehung wurde hier die Methode in der Art modificirt, dass nachdem bei mässiger Wärme der Aether-Alcohol vorsichtig verdunstet war, der dickflüssige Rückstand im Wassertrockenschranke bis zum constanten Gewichtsverlust getrocknet wurde.

b. Enthielt die vergohrene Flüssigkeit noch grössere Mengen Zucker (mehr als 0,5 %), so wurde die Methode in der Weise erweitert, dass 100 C.C. der Flüssigkeit in einer Porcellanschale im Dampfbade bis zur dünnen Syrupconsistenz eingedampft, darauf mit 100—150 C.C. absolutem Alcohol aufgenommen und in einem Glaskolben gebracht wurden, worauf alsdann auf 1 Theil des angewandten Alcohols $1^1/_2$ Theile Aether zugesetzt, gut durchgeschüttelt und so lange stehen gelassen wurde, bis die Flüssigkeit vollkommen klar geworden war. Die das Glycerin enthaltende klare Aether-Alcohollösung wurde dann vom Bodensatz abgegossen und noch einige Male mit eben solcher Aether-Alcoholmischung nachgespült. Darauf wurde die Lösung vom Aether-Alcohol durch Destillation befreit und mit Hülfe von Wasser aus dem Destillirkolben

in eine Porcellanschale gebracht und weiter, wie oben bei a angegeben, behandelt*). Von einer Addition von 0,100 gr Glycerin für je 100 C.C. des verdunsteten Lösungsmittels wurde jedoch abgesehen.

4) Die Bestimmung der flüchtigen Säuren geschah in der Weise, dass erstens das Destillat der Alcoholbestimmung resp. der Inhalt des Pyknometers direct mit Zehntel-Normalkali titrirt, sodann zu dem bei der Destillation verbleibenden Reste Phosphorsäure und Wasser zugesetzt und weiter destillirt wurde. Dieses 2te Destillat wurde ebenfalls volumetrisch bestimmt, die beiden erhaltenen Zahlen addirt und auf 100 C.C. berechnet. Der Verbrauch an Normalkali wurde auf Essigsäure berechnet.

5) Bernsteinsäure. Die zur Bestimmung der höher siedenden Alcohole dienende Menge der vergohrenen Flüssigkeit wurde mit Na_2CO_3 neutralisirt, nach beendeter Destillation mit wenig Wasser aufgenommen, mit verdünnter H_2SO_4 versetzt und mit Aether wiederholt ausgeschüttelt. Die Aetherlösung wurde zur Trockene verdunstet, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, vollkommen neutral gemacht und mit Fe_2Cl_6 gefällt. Der Niederschlag wurde geglüht und aus dem erhaltenen Eisenoxyd die Bernsteinsäure berechnet. Der Niederschlag, über dessen Zusammensetzung die Ansichten verschieden sind, ist hier als $Fe_2O_3 . C_4H_6O_4$ angenommen und berechnet.

6) Fuselöle. Diese wurden nur qualitativ nachgewiesen, indem die Destillate mit Chloroform aus-

*) Vereinbarungen betreffs der Untersuchung und Beurtheilung von Nahrungs- und Genussmitteln von Dr. A. Hilger, Berlin 1885, pag. 155.

geschüttelt wurden und dieses die Fuselöle enthaltende $CHCl_3$ der freiwilligen Verdunstung überlassen wurde.

Sämmtliche Gährungsversuche gelangten in der Art zur Ausführung, dass Gefässe und Lösungen stets vor der Gährung sterilisirt und nach Vollendung resp. sofort nach Unterbrechung derselben die erhaltenen Flüssigkeiten in einem mit Rückflusskühler versehenen Kolben zur Tödtung der Hefezellen einige Zeit höheren Temperaturen ausgesetzt wurden, worauf nach dem Erkalten in ein ebenfalls zuvor sterilisirtes Gefäss filtrirt und darin die vergohrenen Flüssigkeiten zur weiteren Verarbeitung aufbewahrt wurden.

I. Versuchsreihe.

Der Zweck dieser Versuchsreihe war, vorerst den Einfluss der Temperaturen auf den Gährungsverlauf zu ermitteln. Die Gährungen wurden mit je 500 C.C. einer reinen 20procentigen Rohrzuckerlösung unter Zusatz von je 50,0 gr gut ausgewaschener, lebensfähiger Bierhefe ausgeführt und zwar bei 15° C., 25° C., 35° C. und bei Zimmertemperatur.

Dabei wurde einmal bei Luftzutritt vergohren, indem das Gefäss nur mit Watte leicht verschlossen war und sonst bei Luftabschluss. Die Gährungen unter letzterer Bedingung wurden in der Art durchgeführt, dass das Gährungsgefäss mit einem durchbohrten Korke, in welchen eine Glasröhre eingeführt war, luftdicht verschlossen wurde. Von der Glasröhre aus führte ein Gummischlauch, in dessen anderem Ende wiederum ein kleines gebogenes Röhrchen steckte, so in eine Wanne, dass das Rohrende mit Wasser überschichtet war und das Gas also unter Wasser entweichen musste.

Tabelle I.

	I.	II.	III.	IV.
	Luftabschluss	Luftabschluss	Luftabschluss	Luftzutritt (Wattteverschluss)
Dauer der Gährung:	25 Tage	10 Tage	10 Tage	10 Tage
Temperatur während der Gährung:	15° C.	25° C.	35° C.	Zimmertemperatur
Unvergohrener Zucker in %:	0,10	0,6	6,25	0,16
Alcohol { Gw. %:	9,14	9,6	5,45	8,78
Alcohol { Vol. %:	11,35	11,9	6,80	9,75
Glycerin in %:	0,1498	0,300	0,268	0,252
Relation von Alcohol zu Glycerin wie 100:	1,638	3,12	4,91	2,58
Anzahl der verbr. C.C. Zehntelnormalkalilösung für 100 C.C. Destillates:	3,6	5,6	5,2	5,0
Das verbr. Normalkali auf Essigsäure berechnet:	0,021	0,033	0,031	0,03

Bei Nr. I. wurde die Temperatur mittelst eines Thermoregulators genau geregelt und verlief die Gährung langsam, aber sehr regelmässig. Vergleichen wir die erhaltenen Zahlen, so ist, wie dieses schon lange constatirt, die Temperatur von grossem Einfluss auf den Verlauf der Gährung. Abgesehen von I, welches bei der niederen Temperatur entsprechend länger gährte, sehen wir, dass die Temperatur von 35° C. die Gährung bedeutend verlangsamte, dabei ist es jedoch auffallend, dass, während hier noch 6,25 % unvergohrener Zucker vorhanden sind, die Glycerinbildung schon so weit vorgeschritten ist, dass sie bereits mehr beträgt als bei II und IV, welche nur noch geringe Mengen unvergohrenen Zuckers enthalten.

Der Verlauf der Gährung war bei 35° C. auch viel unregelmässiger als bei den anderen Temperaturen. Bei der niedrigen Temperatur von 15° C. ist die Glycerinbildung auffallend in den Hintergrund getreten und ist bei keinem anderen Versuche je wieder dieselbe in so geringer Menge beobachtet worden.

Das Verhältniss des Glycerins zu Alcohol ist bei weiteren Versuchen im Durchschnitt so gefunden worden, dass auf 100 Theile Alcohol 4,64 Glycerin kommen, was mit dem Versuche von Cloudon und Morin, auf welchen ich später eingehender zurückkommen werde, nahezu übereinstimmt.

Dass der Alcoholgehalt öfter etwas zu gering gefunden wird, beobachtet A. Mayer auch schon und schreibt dieses theils dem Entweichen von Alcoholdämpfen mit der Kohlensäure, theils der Entwickelung fremder Organismen zu*). Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass ein Theil des Zuckers von der Hefe zu ihrer Ernährung verbraucht wird.

II. Versuchsreihe.

Dieselben Zuckerlösungen wie bei der ersten Reihe wurden mit denselben Hefemengen vergohren, bekamen jedoch nun einen Zusatz von Nährstoffen, um zu beobachten, welche Wirkungen dadurch auf die Gährung hervorgebracht werden. Zu diesem Zwecke wurde eine Nährstoffmischung bestehend aus:

1,0 Pepsin,
1,0 saurem phosphorsaurem Kali,
0,5 schwefelsaurer Magnesia
0,5 phosphorsaurem Kalke

*) Untersuchungen über die alkoholische Gährung, den Stoffbedarf und dem Stoffwechsel der Hefepflanze von Dr. A. Mayer, Heidelberg 1869, pag. 19.

den Zuckerlösungen zugesetzt. Es wurde bei Luftabschluss vergohren und die eine Gährung bei 25° C., die andere bei 30° C. durchgeführt.

Tabelle II.

	I.	II.
Dauer der Gährung:	5 Tage	5 Tage
Temperatur während der Gährung:	25° C.	30° C.
Unvergohrener Zucker in %:	1,40	0,65
Alcohol in Gw. %:	8,59	8,73
Alcohol in Vol. %:	10,70	10,85
Glycerin in %:	0,396	0,394
Relation von Alcohol zu Glycerin wie 100:	4,61	4,50
Anzahl der verbr. C.C. Zehntelnormalkali für 100 C.C. des Destillates:	2,93	3,66
Verbrauchte Normalkalilösung auf $C_2H_4O_2$ berechnet:	0,017	0,021

Von einem förderlichen Einfluss dieser Nährstoffe auf die Gährung ist hier nichts zu bemerken und nimmt nur die Acidität ab, während die Glycerinbildung etwas zunimmt.

III. Versuchsreihe.

Diese Versuchsreihe wurde nicht mit Rohrzucker, sondern mit verschiedenen anderen Zuckerarten angestellt (Dextrose und Laevulose). Es sind hier zwei Sorten Traubenzucker in Anwendung gezogen, von welchen die eine aus der Merck'schen Fabrik in Darmstadt stammte und als

chemisch rein, crystallisirt und wasserfrei bezeichnet, während die andere, eine hübsche Waare, als amerikanischer Traubenzucker von Trommsdorff in Erfurt bezogen war. Die Laevulose, ebenfalls von Merck, war zwar von gutem Aussehen, erwiess sich jedoch nicht als rein und hinterliess beim Verbrennen einen Rückstand; mit Alcohol gab sie keine Fällung. Von einem Zusatz von Nährstoffen wurde hier abgesehen, da sich derselbe als unwesentlich erwiesen. Die Dextrose wurde in 20procentiger, die Laevulose in 15procentiger Lösung angewendet und die Gährung unter gleichen Umständen in Scene gesetzt wie oben, bei Luftabschluss und einer Temperatur von 25° C.

Nach 9 Tagen zeigte sich keine Kohlensäureentwicklung mehr und wurde daher die Gährung unterbrochen.

Tabelle III*).

	I.	II.	III.
	20%ige Lösung von amerik. Traubenz.	20%ige Lösung von chem. rein. cryst. wasserfreiem Traubenz.	15%ige Lösung von Laevulose
Unvergohrener Zucker in %:	1,15	0,1	0,25
Alcohol { Gw. %:	8,61	8,59	5,64 (7,85)
Alcohol { Vol %:	10,70	10,5	7,03 (9,37)
Glycerin in %:	0,3141	0,2746	0,116 (0,154)
Relation von Alcohol zu Glycerin wie 100:	3,64	3,19	2,05
Anzahl der verbr. C.C. Zehntel-Normalkalilösung für 100 C.C. Destillates:	7,33	5,33	2,86 (3,81)
Verbrauchtes KOH auf $C_2H_3O_2$ berechnet:	0,0439	0,0319	0,0171 (0,0228)

*) Die Zahlen in Klammern sind auf 20procentige Laevuloselösung berechnet, um zum besseren Vergleich zu dienen.

Vergleicht man mit dieser Tabelle noch die Reihe II der Tabelle I, welche die Resultate einer unter denselben Verhältnissen vergohrenen Rohrzuckerlösuug enthält, so findet man im Ganzen Uebereinstimmung. Dass die Dextrose und Laevulose stets etwas weniger Alcohol und überhaupt alle Gährungsproducte in geringerer Menge liefern, liegt klar auf der Hand, da der Rohrzucker um 5 Procent wasserärmer ist als Glycose, wesshalb sämmtliche Gährungsproducte in erhöhtem Maasse zu erwarten sind. Es wird später an anderer Stelle im Vergleich zu mehreren Versuchen erst möglich sein, ein übersichtliches Bild zu erhalten und das Auftreten der verschiedenen Gährungsproducte je nach den verschiedenen Bedingungen in genaueren Vergleich zu ziehen.

IV. Versuchsreihe.

Diesmal wurden die Vergährungen durchgehends bei Luftzutritt durchgeführt, d. h. die Gährungskolben alle nur mit einem Watteverschluss versehen. Vergohren wurde Rohrzucker, die beiden Arten Traubenzucker und Laevulose. Die Temperaturen wurden verschieden gewählt und Nährstoffe keiner der Lösungen zugesetzt. (Siehe Tab. folgende Seite).

Hierbei trat die Erscheinung auf, dass die 5 ersten Lösungen sofort sehr energisch zu gähren begannen; Nr. I. liess jedoch sehr bald nach. Dass übrigens die Temperatur von 35° C. entschieden von ungünstigem Einfluss auf den Verlauf der Gährung ist, tritt auch hier wieder zu Tage, indem bei gleicher Zeitdauer wie bei Nr. II, III, und IV. noch 5,6 % Zucker unvergohren blieben. Während es sonst der Fall zu sein scheint, dass die Glycerinbildung gerade im Anfang der Gährung schon auftritt, ist dieselbe hier bei I. ebenfalls auf eine kleinere Zahl herabgedrückt. Im Ganzen sind die Zahlen für die

Tabelle IV.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	20%ige Lösung von Rohrzucker.	20%ige Lösung von Rohrzucker.	20%ige Lösung v. chem.-reinem Traubenzucker.	20%ige Lösung von amerikan. Traubenzucker.	15%ige Lösung von Laevulose.	20%ige Lösung von Rohrzucker.
Dauer der Gährung:	12 Tage.	12 Tage.	12 Tage.	12 Tage.	14 Tage.	11 Tage.
Temperatur während der Gährung:	35° C.	25° C.	25° C.	25° C.	25° C.	15—17° C.
Unvergohrener Zucker in %:	5,60	0,3	0,5	0,25	0,1	0,1
Alcohol in Gw. %:	4,825	8,59	8,55	8,96	3,21 (4,28)	9,09
Alcohol in Vol. %:	6,05	10,67	10,6	11,2	4,0 (5,35)	11,30
Glycerin in %:	0,1917	0,424	0,410	0,3865	0,2315 (0,308)	0,3305
Relation von Alcohol: Glycerin wie 100:	3,97	4,93	4,79	4,92	7,19	3,74
Anzahl der verbr. C.C. Zehntel-Normal-KOH für 100 C.C. des Destillates:	5,2	7,46	5,2	5,8	8,53 (11,37)	4,93
Verbrauchtes KOH auf $C_2H_4O_2$ berechnet:	0,0312	0,0447	0,0312	0,0349	0,0511	0,0295

Glycerinmenge bei dieser offen vergohrenen Reihe etwas höher, als sie bei Luftabschluss beobachtet wurden, während die Bernsteinsäurebildung hier durchweg vermehrt erscheint. No. VI. ist hier bei Luftzutritt in weniger als der halben Zeit vergohren, als unter ähnlichen Bedingungen (Tab. I, 1.) bei Luftabschluss (es war hier der heissen Witterung wegen leider nicht möglich, die Gährung, wie beabsichtigt, ebenfalls bei genau 15° C. durchzuführen; die Temperatur schwankte zwischen 15—17° C.). Die Producte sind annähernd dieselben als bei jenem ersten Versuch, eine Ausnahme macht die Glycerinbildung, welche dort auf ein Minimum herabgedrückt, während sie hier die Durchnittszahl der übrigen Versuche erreicht. Es ist also hier die Glycerinbildung bei Luftzutritt vermehrt. Die vergohrenen Flüssigkeiten dieser Versuchsreihe hatten theilweise einen unangenehmen Geruch, namentlich die beiden Traubenzuckerlösungen.

An diese Versuche reihte sich nun noch eine

V. Versuchsreihe.

an, bei welcher die Lösungen (es wurde hier der Rohrzucker gewählt) in anderer Concentration der Gährung unterworfen wurden und zwar eine Lösung, welche nur die Hälfte Zucker enthielt (10%), während zwei andere Proben vermehrte Zuckermengen (30% u. 40%) enthielten. Es wurden je 2 Versuche in Scene gesetzt, wovon unter denselben Verhältnissen immer der eine bei Luftzutritt, der andere bei Luftabschluss vergohren wurde. Die Temperatur war 25—27° C. Es hatte hierbei den Anschein, als ob nach ca. 6 Tagen alle Flüssigkeiten vergohren wären, als jedoch die Gährung unterbrochen und die Resultate festgestellt wurden, zeigte sich, dass die concentrirten Lösungen nur zum geringen Theile vergohren waren und noch grosse Mengen unvergohrenen Zuckers enthielten, woraus zu schliessen ist, dass es der Hefe doch an der nötigen Nah-

rung gefehlt hat. Die Hefe war im Verhältniss zum Zuckergehalt der Lösungen zugesetzt; zu den Versuchen I. u. II. je 20,0 gr. auf 500 CC; zu den Versuchen III. u. IV. je 60,0 gr. und zu No. V. und No. VI. je 80,0 gr. auf dieselbe Menge. Die zehnprocentige Lösung vergährte vollkommen normal und zeigte einen weinartigen Geruch. (Siehe Tab. V. folgende Seite.)

Bei diesen Vergährungen, (d. h. bei den concentrirteren Lösungen) ist die starke Acidität auffallend und zwar ist sie stets bei den offen vergohrenen Lösungen stärker, als bei denjenigen, welche bei Luftabschluss die Gährung durchgemacht haben. Bernsteinsäure konnte nicht extra bestimmt werden, da verschiedene Hefemengen zugesetzt wurden und in der Hefe selbst schon $C_4H_6O_4$ nachweisbar war, weshalb nur auf die Gesammtacidität der beiden Destillate Rücksicht genommen wurde. Auf die stark vermehrte Glycerinbildung (Relation von Alcohol zu Glycerin wie 100:11,78) werde ich an anderer Stelle zurückkommen.

Bei allen bis jetzt angeführten Versuchen wurde mit gut ausgewaschener Bierhefe gearbeitet, bei den nun folgenden Versuchsreihen wurden die Gährungen mit einer Reincultur von Hefe eingeleitet und durchgeführt. Alle Gegenstände, welche bei der Arbeit in Anwendung kamen, wurden auf das sorgfältigste sterilisirt, um alle fremde Organismen fern zu halten. Auf weitere Producte als Alcohol und Glycerin wurde keine Rücksicht genommen, zumal die Mengen, welche hier in Arbeit genommen werden konnten, nur klein waren. Der Schwerpunkt wurde auch in diesem Falle auf die Glycerinbildung gelegt. Die Versuche wurden in der Art vorgenommen, dass bei der ersten Versuchsreihe die Gährung zu verschiedenen Zeiten unterbrochen wurde; vergohren wurde Rohrzucker und Traubenzucker in 15prozentiger Lösung.

Bei diesen Vergährungen mit reinen Hefeculturen

Tabelle V.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	10%ige Lösung von Rohrzucker.		30%ige Lösung von Rohrzucker.		40%ige Lösung von Rohrzucker	
	offen	Luftabschluss.	offen	Luftabschluss.	offen	Luftabschluss.
Dauer der Gährung:	6 Tage.	6 Tage.	6 Tage.	6 Tage.	6 Tage	6 Tage.
Temperatur während der Gährung:	25—27° C.	25—27° C.	25—27° C.	25 - 27° C.	25—27° C.	25—27° C.
Unvergohrener Zucker in %:	0,05	nur noch Spuren	12,5	11,5	28,125	26,80
Alcohol in Gw. %:	4,569	4,87	8,00	8,93	5,76	5,87
Alcohol in Vol. %:	5,715	6,10	9,95	11,08	7,19	7,32
Glycerin in %:	0,191	0,245	0,435	0,443	0,679	0,4385
Relation von Alcohol: Glycerin wie 100:	4,18	5,04	5,43	4,96	11,78	7,47
Anzahl der C.C. Zehntel-Normal-KOH, welche 100 C.C. des Destillates verlangen:	4,0	2,26	10,80	9,60	25,23	14,13
Verbrauchtes KOH auf $C_2H_4O_2$ berechnet:	0,024	0,0135	0,064	0,057	0,1513	0,0847

wurde die Ernährungsfrage der Hefe nochmals in Erwägung gezogen und zwar wurde dieses Mal eine andere Nährlösung gewählt, welche von Hayduck mit Erfolg angewendet worden ist. Es enthält diese Lösung keine Pepsin, sondern Asparagin ausser den früher ebenfalls zugesetzten Salzen. Der Erfolg war ein überraschender, indem die Gährung in derselben Zeit bei den mit Nährflüssigkeit versetzten Lösungen fast um das doppelte so schnell ging, als ohne Nährstoffzusatz. Die Nährflüssigkeit besteht nach Hayduck aus:

25,0 gr. saurem phosphorsaurem Kali,
8,5 gr. cryst. schwefelsaurer Magnesia u.
20,0 Asparagin zu einem Liter.

Von dieser Lösung wurden auf 100 C.C. einer 15%igen Zuckerlösung 25 C.C. zugesetzt, resp. in den 100 C.C. der zu vergährenden Flüssigkeit waren 15,0 gr. Zucker und die Nährstoffe, welche 25 C.C. der Nährlösung entsprechen, enthalten. Bei einer anderen Versuchsreihe wurde wieder Rücksicht genommen auf den directen Zutritt der Luft und den Abschluss derselben, während bei einer dritten Reihe andere Zuckerarten der Gährung unterworfen wurden und zwar ausser Laevulose auch Maltose und Raffinose.

VI. Versuchsreihe.

Bei einer früheren noch mit gewöhnlicher Hefe vorgenommenen unterbrochenen Gährung wurde eine 15prozentige Rohrzuckerlösung bei 25—30° C. vergohren und dabei folgende Resultate erhalten:

Tabelle VI.

Dauer der Gährung:		7 Stunden	24 Stunden	4 Tage	7 Tage
Alcohol	Gw. %:	1,60	4,09	6,23	6,75
	Vol. %:	2,02	5,02	7,78	8,40
Glycerin:		0,075	0,09	0,1965	0,30

Bei den mit reiner Hefe in Scene gesetzten Gährungen konnte nur dreimal die Unterbrechung stattfinden und wurde dazu gewählt die Zeit nach 6 Stunden, nach einem Tage und nach fünf Tagen. In folgender Tabelle sind die Alcohol- und Glycerinmengen zusammengestellt, welche sich bis zu den verschiedenen Zeitpunkten gebildet hatten. Die Temperatur war während der Gährung 25 — 30° C.

Tabelle VII.

		Die Lösungen enthalten 15 % Zucker.		Alcohol Gw. %	Alcohol Vol. %	Glycerin.	Relation von Alcohol zu Glycerin: 100 :
nach sechs Stunden.	A	Rohrzucker	(+ Nährstoffe:	3,86	4,80	0,2525	6,53
	B		(ohne Nährstoffe:	1,65	3,08	0,0605	3,66
	C	Traubenzucker	(+ Nährstoffe:	3,58	4,47	0,2442	6,82
	D		(ohne Nährstoffe:	1,77	2,23	0,0517	2,92
nach einem Tage	A_1	Rohrzucker	(+ Nährstoffe:	6,15	7,68	0,4122	6,70
	B_1		(ohne Nährstoffe:	3,63	4,54	0,2000	5,50
	C_1	Traubenzucker	(+ Nährstoffe:	6,05	7,52	0,2470	4,08
	D_1		(ohne Nährstoffe:	3,59	4,49	0,2735	7,61
nach fünf Tagen.	A_2	Rohrzucker	(+ Nährstoffe:	6,56	8,17	0,4132	6,20
	B_2		(ohne Nährstoffe:	6,55	8,15	0,3337	5,09
	C_2	Traubenzucker	(+ Nährstoffe:	6,37	7,94	0,2860	4,48
	D_2		(ohne Nährstoffe:	6,28	7,83	0,4000	6,36

Vergleichen wir die Versuche B und D der obigen Tabelle mit dem Versuche I der vorhergehenden, so finden wir, dass zwischen den Producten, welche die gewöhnliche Hefe geliefert und denen der reinen kein grosser Unterschied ist: 1,6% Alcohol mit gewöhnlicher und 1,65% bei derselben Lösung mit reiner Hefe. Traubenzucker vergährt etwas schneller. Die Glycerinmenge, welche sich in den 6 bis 7 Stunden gebildet, schwankt um ca. 0,02% bei den Lösungen ohne Nährstoffzusatz. Diejenigen Lösungen, welche Nährstoffe zugesetzt bekamen, haben in derselben Zeit bedeutende Mengen Alcohol mehr geliefert

und ist namentlich beachtenswerth, dass sich die Glycerinmengen stark vermehrt haben; es scheint demnach durch die Nährstoffe und die hierdurch vermehrte Entwicklung der Hefe die Glycerinbildung gesteigert zu werden. Diese Erscheinung ist jedoch nicht allgemein der Fall, denn ziehen wir den Versuch D_2 mit in Vergleich, so finden wir, dass hier nach vollendeter Gährung und gegen den Schluss derselben die Glycerinmenge der Lösung ohne Nährstoffe diejenige der Nährstoffe enthaltenden wieder überholt hat. Ebenso ist bei Versuch D_1 die Glycerinbildung vorgeschritten, insbesondere im Verhältniss zum gebildeten Alcohol. Es ist diese Vermehrung des Glycerins um so auffallender, als oben bei den Vergährungen mit gewöhnlicher Hefe eine mit der Alcoholbildung fortschreitende Menge Glycerin gebildet zu werden schien.

Das Glycerin zeigte bei der zu verschiedenen Zeiten unterbrochenen Gährung folgende Zunahme:

	nach einem Tag:	nach fünf Tagen:
Bei Rohrzuckerlösung + Nährstoffe:	0,1597	0,1607
Bei Rohrzuckerlösung ohne Nährstoffe:	0,1395	0,2732
Bei Traubenzuckerlösung + Nährstoffe:	0,0028	0,0418
Bei Traubenzuckerlösung ohne Nährstoffe:	0,2218	0,3483

VII. Versuchsreihe.

Diese Versuchsreihe wurde mit einer 15procentigen Traubenzuckerlösung ohne Nährstoffzusatz bei verschiedenen Temperaturen angestellt und dabei die Temperaturen 25° C. und 34° C. gewählt. Es wurde ausserdem wieder je eine Quantität unter Luftabschluss, eine andere bei Zutritt der Luft der Gährung unterworfen. Die Gährzeit betrug vier Tage.

Tabelle IX.

15%ige Lösungen von Traubenzucker:	Alcohol Gw. %	Alcohol Vol. %	Glycerin in %	Relation von Alcohol zu Glycerin
offen Temperatur 25° C.	6,80	8,48	0,2740	100 : 6,80
Luftabschluss: Temperatur 25° C.	6,61	8,22	0,3732	5,64
offen Temperatur 34° C.	5,49	6,84	0,2455	4,54
Luftabschluss: Temperatur 34° C.	6,28	7,83	0,3472	5,52

Auch hier tritt uns wieder dieselbe Erscheinung entgegen, welche schon oben bei den Versuchen mit gewöhnlicher Hefe beobachtet wurde, nämlich die Abnahme der Glycerinbildung bei höheren Temperaturen. Ueberhaupt ist wieder hier bei der Temperatur von 34° C. die Gährung nicht so weit vorgeschritten als bei 25° C.

VIII. Versuchsreihe.

Der Zweck dieser Versuchsreihe war, die Gährungsproducte von einigen anderen Zuckerarten, als bisher vergohren wurden, festzustellen. Es gelangten zur Vergährung Maltose, Laevulose und Raffinose, die beiden ersteren in 15 procentiger, die letztere in 10 procentiger Lösung. Zu je 100 C.C. dieser Lösungen wurden 6.0 gr. reiner Hefe zugesetzt und die Gährungsgefässe mit einem Watteverschluss versehen, da bei vollkommenem Abschluss der Luft oft ein sehr unregelmässiger Verlauf der Gährung zu beobachten war. Die Temperatur wurde zwischen 25° C. und 30° C. gewählt, da hierbei die Gährung erfahrungsgemäss am regelmässigsten verläuft.

Es stellten sich folgende Zahlen heraus:

Tabelle IX.

	Maltose (15 procentige Lösung.)	Laevulose (15 procentige Lösung.)	Raffinose (10 procentige Lösung.)
Dauer der Gährung:	7 Tage	7 Tage	7 Tage
Unvergohrener Zucker in $^0/_0$:	0,40	1,50	—
Alcohol { Gw. $^0/_0$:	6,14	2,60	3,83
Alcohol { Vol. $^0/_0$:	7,66	3,27	4,81
Glycerin in $^0/_0$:	0,2447	0,1562	0,1887
Relation von Alcohol zu Glycerin wie 100:	3,98	6,00	4,91
Anzahl der verbr. C.C. Zehntelnormal-KOH für 100 CC. des Destillates.	3,74	2,93	3,33
Verbr. Normal-KOH berechnet auf $C_2H_4O_2$	0,0224	0,0175	0,0199

Wir sehen hieraus, dass Maltose und namentlich Raffinose normale Gährungsproducte liefern, während Laevulose, wie oben Tab. IV,v schon einmal beobachtet, eine eigenthümliche Erscheinung zeigt in Bezug auf die Alcoholbildung, deren Ursache hier nicht aufgeklärt werden konnte. Zu bemerken ist, dass dorten bei 0,1 $^0/_0$ unvergohrener Laevulose, 3,21 Gw. $^0/_0$ Alcohol gebildet wurden, während hier bei 1,5 $^0/_0$ unvergohrener Laevulose nur 2,60 Gw. $^0/_0$ Alcohol auftreten, Zahlen, welche zum unvergohrenen Zucker in ähnlichem Verhältniss stehen. In Folge dieses geringen Alcoholgehaltes steigt die Relation von Alcohol zu Glycerin natürlich erheblich.

Uebersehen wir nun die gesammten Versuche (vergl. Tab. X. sowie VII.—IX.) so ergeben sich folgende Resultate:

1) Bei langsamer Gährung und niederer Temperatur ist die Glycerinbildung vermindert.

Wir sehen dies an Versuch A der Tabelle X., bei welchem die Temperatur mittelst eines Thermoregulators stets genau auf 15° C. gehalten wurde und die Gährung, bis sie beendet schien, 25 Tage dauerte. Die Glycerinmenge ist hier auf ein Minimum herabgedrückt, indem auf 100 Theile Alcohol nur 1,638 Theilen Glycerin kommen, eine Zahl, wie sie bei keinem anderen Versuche wieder erhalten wurde. Dass die Temperatur dabei von Einfluss, erhellt aus Versuch D, bei welchem die Temperatur nicht über 17° C. hinauskam und die Glycerinbildung ebenfalls reducirt erscheint.

2) Die für Wein, dem Producte der Gährung des Traubensaftes, festgesetzte Relation von Alcohol zu Glycerin wie 100 : 7 im Minimum*) ist für reine Zuckerlösung nicht zutreffend.

Im Durchschnitt von 21 Vergährungen von Zuckerlösungen mit gewöhnlicher Bierhefe wurde hier das Verhältniss wie 100 : 4,6 gefunden.

Bei einem von Morin und Cloudon**) angestellten Versuche ist das Verhältniss noch geringer, indem jene Experimentatoren beim Vergähren von 100 Kilogr. Zucker 2120,0 gr. Glycerin und 50615,0 gr. Aethylalcohol bekamen, was der Relation 100 : 4.18 entspricht.

Die Beobachtung zeigt, dass bei Zusatz von Nährstoffen die Glycerinbildung meistens in erhöhterem Masse zu constatiren ist, als bei reinen Zuckerlösungen. Da nun im Weine die Hefe ebenfalls viel günstigere Bedingungen zu ihrer Ernährung findet, indem ja in dem Traubensafte sowohl Eiweissstoffe, als Phosphate und Sulfate des Kaliums und der Magnesia gelöst enthalten sind, so mag für den Wein ebenfalls eine etwas höhere Relation gelten, als hier im Durchschnitt gefunden wurde; ob jedoch die jetzt noch

---

*) Vergl. Vereinbarungen betreffs der Untersuchung etc. pag. 214.
**) Compt. rend. 1887. 104. 1109.

giltige Relation 100 : 7 im Minimum aufrecht erhalten werden darf, scheint zweifelhaft, da hier trotz der günstigsten Bedingungen wie z. B. beim Zusatz von Asparagin, welches sich als vorzügliches Nährmittel für die Hefe erwiesen, diese Zahl nicht erreicht wurde. Müller-Turgau hat sich kürzlich ebenfalls dahin geäussert, indem er die Behauptung aufstellte, dass jene Relation für den Wein zu hoch gegriffen sei *).

3) Bei Zuckerlösungen, welche einen Zusatz von Nährstoffen erhalten haben, ist die Glycerinbildung meistens in erhöhtem Maasse zu beobachten.

Der Procentgehalt von 0,3965 und 0,394 (E und F der Tab. X.) ist von keiner anderen 20 procentigen Zuckerlösung, sowohl Rohr- als Traubenzuckerlösung, erreicht worden. Bei den Versuchen mit Reinhefe (vergl. Tab. VII, D_2) ist jedoch ein Fall zu verzeichnen, der eine Ausnahme macht, indem dorten eine Lösung von amerikanischem Traubenzucker ohne Nährstoffzusatz eine solche, welche mit Nährstoffen versetzt, in Bezug auf die Glycerinmenge überholt hat.

4) Ob die Gährung bei Luftzutritt oder bei Luftabschluss stattfindet, ist von keinem merklichen Einfluss auf die Glycerinbildung.

Dass die Gährung bei Zutritt der Luft im Allgemeinen gleichmässiger und glatter verläuft, ist bei allen Versuchen constatirt worden; bei Luftabschluss ist sie namentlich gegen das Ende hin sehr ungleichmässig und stossweise. Eine Ausnahme machte nur die bei 15° C. durchgeführte Gährung, welche bis zum Schlusse mit der grössten Regelmässigkeit verlief, immer langsamer werdend.

5) Die Temperatur von 35° C. verlangsamt die Gährung, zugleich aber auch die Glycerinbildung, welches letz-

*) Bericht der kgl. Lehranstalt für Obst- und Weinbau in Geisenheim.

tere bei der durch zu starke Concentration der Zuckerlösungen verlangsamten Gährung nicht der Fall ist.

Während bei 25° C. eine 20 procentige Zuckerlösung bis auf einen kleinen Zuckergehalt vergohren war, enthielt eine bei 35° C. vergohrene Lösung derselben Concentration nach derselben Zeit und unter sonst gleichen Bedingungen noch 5,6 bis 6,25 Procent unvergohrenen Zucker; die Menge des Glycerins, welches sich während dieser Zeitdauer gebildet, steht ungefähr in demselben Verhältniss zum gebildeten Alcohol, wie bei den vollständig vergohrenen Lösungen bei 25° C. Bei den Vergährungen S—V der Tab. X, bei welchen ebenfalls noch viel unvergohrener Zucker vorhanden ist, was jedoch von der Temperatur nicht abhängt, sondern davon, dass die Lösungen zu concentrirt waren, ist die Glycerinbildung schon bedeutend weiter vorgeschritten. (Vergl. nächsten Absatz.)

6) Wenn Zuckerlösungen einen grösseren Procentsatz Zucker enthalten, ist die Relation von Glycerin zu Alcohol in vermehrtem Maasse zu beobachten und zwar bei denjenigen, welche bei Luftzutritt vergohren sind, am erheblichsten.

Die Relation von Alcohol zu Glycerin hat bei den Versuchen S—V (Tab. X.) ihr Maximum erreicht und kamen in einem Falle sogar auf 100 Theile Alcohol beinahe 12 Theile Glycerin. Es hält hier die Glycerinbildung durchaus keinen gleichen Schritt mit der Alcoholbildung, welch' letztere bei diesen Vergährungen noch sehr gering war. — Auffallend erscheint bei diesen Versuchen auch die vermehrte Gesammtacidität. (Vergl. unten.)

Ein Bild über den Verlauf der Gährung erhalten wir am übersichtlichsten, wenn wir den gebildeten Alcohol mit der noch unvergohrenen Zuckermenge in Vergleich ziehen.

Es wurden bei den Versuchen mit verschiedenen Zuckerarten folgende Beobachtungen gemacht:

a) Der Verlauf der Gährung geht bei Luftabschluss nicht so regelmässig von Statten und langsamer als bei Luftzutritt.

Diese Beobachtung wurde bei den vorgenommenen Versuchen durchgehends gemacht und traten bei den Gährungen unter Abschluss der Luft oft, ohne dass die Veranlassung dazu entdeckt werden konnte, Störungen ein. Oefter schien die Gährung vollendet und es war kein Entweichen von Kohlensäure mehr zu bemerken, als jedoch die Producte der Gährung festgestellt wurden, zeigte es sich, dass noch grössere oder kleinere Mengen Zucker unvergohren waren, während im anderen Falle bei Luftzutritt dieselbe Lösung unter denselben Verhältnissen weiter vorgeschritten war.

b) Die Temperatur ist von grossem Einfluss auf die Gährungsdauer.

Es ist dieses eine bekannte Thatsache und fand A. Blankenhorn und J. Moritz*), dass die Dauer der Gährung den Temperaturen umgekehrt proportional ist; selbstverständlich innerhalb gewisser Grenzen und zwar fanden obige Experimentatoren die obere Grenze zwischen 35 bis 38° C., während sie unterhalb 15° C. keinen Gährungsversuch mehr in Scene setzten.

Bei vorliegenden Versuchsreihen ist die Temperatur zwischen 25°C. und 30° C. als die günstigste beobachtet worden; während bei 35° C. die Gährung bedeutend verlangsamt war; am regelmässigsten, allerdings aber auch am langsamsten, verlief eine bei genau 15° C. durchgeführte Gährung; hier war die Entwicklung der Gasblasen mit der grössten Regelmässigkeit zu beobachten, succesive abnehmend.

---

*) Annalen der Oenologie, Bd. III., pag. 6.

c) Mit der Concentration der Zuckerlösungen nimmt die Intensität der Gährung ab.

Während eine zehnprocentige Rohrzuckerlösung bei 25—27° C. nach 6 Tagen bis auf ganz unbedeutende Spuren von Zucker vergohren war, enthielten eine 30 procentige und eine 40 procentige Lösung bei derselben Temperatur und der gleichen Zeitdauer noch 11,5—12,5 resp. 26,8—28,1 Procent unvergohrenen Zucker. Der gebildete Alcohol stand im normalen Verhältniss zum vergohrenen Zucker; Glycerin und Acidität der letzteren Lösungen waren vermehrt.

In Bezug auf die Bildung der flüchtigen Säuren (Essigsäure) ist keine Regelmässigkeit zu bemerken und scheinen diese bald hier, bald dort, vermehrt. Nur bei den Lösungen, welche 30 und 40 Procent Zucker enthielten, war, wie oben schon bemerkt, starke Vermehrung der Acidität eingetreten und zwar in erhöhtem Masse bei den offen vergohrenen Proben, welche Erscheinung in anderen Fällen, wo ebenfalls bei sonst gleichen Bedingungen, bei Luftabschluss und Luftzutritt, mit 20 procentigen Lösungen gearbeitet wurde, nicht zu bemerken war.

Die Bernsteinsäurebildung erscheint bei den offen vergohrenen Lösungen gegenüber den bei Luftabschluss vergohrenen, vermehrt.

Die Fuselöle waren qualitativ in jeder vergohrenen Flüssigkeit nachweisbar, schienen jedoch nur in sehr geringer Menge vorhanden zu sein; dagegen war der Geruch bei den bei höheren Temperaturen vergohrenen Proben stärker wahrnehmbar, sodass vielleicht die höhere Temperatur von Einfluss auf ihre Bildung sein kann.

Angesichts der durch diese Versuchsreihen festgestellten Thatsache, darf unbedingt ausgesprochen werden, dass der Werth der Glycerinbestimmung bei Weinanalysen, speciell die bisher festgehaltene Relation zwischen Alcohol und Glycerin bedeutend gesunken ist, wenn nicht ganz in

den Hintergrund treten muss. Die Glycerinbestimmung wird bei der Weinanalyse, wie dies jetzt schon bei den Süssweinen der Fall ist, für die Folge gar nicht mehr zur Durchführung gelangen, höchstens in solchen Fällen, wo die weiteren Resultate einer Weinuntersuchung den Verdacht eines Fabrikates oder einer sonstigen unerlaubten Manipulation in sich schliessen. Wohl lässt sich vielleicht auf Grund der vorliegenden Versuche eine niederste Grenze, vielleicht die Relation auf 100 Theile Alcohol mindestens 4 Theile Glycerin, aufstellen, dagegen vorläufig kaum eine höchste Grenze. Können auch die vorliegenden Untersuchungsresultate nicht den Anspruch machen, den Werth der Glycerinbestimmung mit Sicherheit zu präcisiren, so bestätigen sie doch bereits Vermuthetes und von Sachverständigen Ausgesprochenes und liefern einen weiteren Beitrag zur Klärung dieser Frage, welche selbstverständlich definitiv nur durch eingehende Versuche im Kleinen wie im Grossen mit natürlichem Traubensafte zur Durchführung gebracht, entschieden werden kann.

	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	
	20%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. Luftabschluss.	20%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. Luftabschluss.	20%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. Luftabschluss.	20%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. offen (Watteverschluss.)	20%ige Lösung von Rohrzuck. Zusatz von Nährstoffen Luftabschluss.	20%ige Lösung von Rohrzuck. Zusatz von Nährstoffen Luftabschluss.	20%ige Lösung von Traubenzucker, amerikanischem. Keine Nährstoffe. Luftabschluss.	20%ige Lösung von Traubenzucker. chem.-rein, wasserfrei u. crystallisirt. Keine Nährstoffe. Luftabschluss.	L L N a
Dauer der Gährung:	25 Tage	10 Tage	10 Tage	10 Tage	5 Tage	5 Tage	9 Tage	9 Tage	9
Temperatur während der Gährung:	15° C.	25° C.	35° C.	Zimmertemperatur.	25° C.	30° C.	25° C.	25° C.	
Unvergohrener Zucker in %:	0,10	0,6	6,25	0,16	1,4	0,65	1,15	0,1	
Alcohol in Gw. %:	9,14	9,6	5,45	8,78	8,59	8,73	8,61	8,59	5,6
Alcohol in Vol. %:	11,35	11,9	6,80	9,75	10,7	10,85	10,71	10,5	7,6
Glycerin in %:	0,1498	0,300	0,268	0,252	0,3965	0,394	0,3141	0,274	(
Relation von Alcohol zu Glycerin wie 100:	1,638	3,12	4,91	2,58	4,61	4,50	3,64	3,19	
Anzahl der verbr. C.C. Zehntelnormal-KOH für 100 C.C. des Destillates:	3,6	5,6	5,2	5,06	2,93	3,66	7,33	5,33	
Flüchtige Säuren als $C_2H_4O_2$ berechnet in Procenten:	0,021	0,033	0,031	0,030	0,017	0,021	0,043	0,0319	(
Fuselöl:	in Spuren vorhanden.	vorhanden.	vermehrt.	vorhanden.	vorhanden.	vorhanden.	vorhanden.	vorhanden	vo

der Gährungsversuche.

I.	K.	L.	M.	N.	O.	P.	Q.	R.	S.	T.	U.	V.
%ige ng von ulose. eine stoffe. uft- hluss.	20%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. offen (Watte-verschluss.)	20%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. offen (Watte-verschluss.)	20%ige Lösung von chem.-rein. wasserfrei. crystallisirtem Traubenzucker. Keine Nährstoffe. offen (Watte-verschluss.)	20%ige Lösung von amerikan. Traubenzucker. Keine Nährstoffe. offen (Watte-verschluss.)	15%ige Lösung von Laevulose. Keine Nährstoffe. offen (Watte-verschluss.	20%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. offen (Watte-verschluss.	10%ige Lösung von Rohrzunk. Keine Nährstoffe. Luft-abschluss.	10%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. offen (Watte-verschluss.)	30%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. offen (Watte-verschluss.	30%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. Luft-abschluss.	40%ige Lösung von Rohrzuck. Keine Nährstoffe. offen (Watte-verschluss.)	40%ige Lösung von Rohrzuck Keine Nährstoffe Luft-abschluss
Tage	12 Tage	12 Tage	12 Tage	12 Tage	14 Tage	11 Tage	6 Tage	6 Tage	6 Tage	6 Tage	6 Tage	6 Tage
° C.	35° C.	25° C.	25° C.	25° C.	25—27° C.	15—17° C.	25—27° C	25—27° C.	25 27° C.	25—27° C.	25—27° C.	25—27° C
,25	5,6	0,3	0,5	0,25	0,1	0,1	nur Spuren	0,05	12,5	11,5	28,1	26,8
(7,85)	4,82	8,59	8,55	8,96	3,21 (4,28)	9,09	4,87	4,56	8,00	8,93	5,76	5,87
(9,75)	6,05	10,67	10,6	11,2	4,0 (5,35)	11,3	6,10	5,71	9,95	11,08	7.19	7,32
116 154)	0,1917	0,424	0,410	,3865	0,2315 (0,308)	0,3305	0,2455	0,191	0,435	0,4437	0, 790	0,4385
2,05	3,97	4,93	4,79	4,92	7,19	3,74	5,04	4,18	5,43	4,96	11,78	7,47
2,86 ,81)	5,2	7,46	5,2	5,8	8,53 (11,3)	4,93	2,26	4,00	10,8	9,6	25,23	14,13
017 022)	0,031	0,044	0,031	0,034	0,051	0,029	0,013	0,024	0,064	0,057	0,1513	0,084
anden.	vermehrt.	vermehrt.	vorhanden.	vorhanden.	vorhanden.	vorhanden.	vorhanden.	vorhanden.	vorhanden.	vorhanden.	vorhanden.	vorhande